



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 196 53 509 A 1**

⑳ Aktenzeichen: 196 53 509.3  
㉔ Anmeldetag: 20. 12. 96  
㉕ Offenlegungstag: 25. 6. 98

㉖ Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**B 62 D 23/00**  
B 62 D 25/00  
B 62 D 25/04  
B 62 D 25/02  
B 62 D 21/02  
B 21 D 26/02  
B 21 D 35/00

DE 196 53 509 A 1

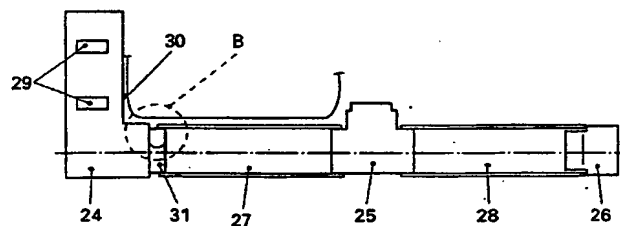
㉗ Anmelder:  
Volkswagen AG, 38440 Wolfsburg, DE

㉘ Erfinder:  
Poschmann, Michael, 38165 Lehre, DE; Oehlerking,  
Conrad, 38527 Meine, DE; Welsch, Frank, Dr., 38108  
Braunschweig, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

㉙ Rahmenstruktur einer Fahrzeugkarosserie aus Knotenelementen und angeschlossenen, vorprofilierten Trägerelementen

㉚ Die Erfindung betrifft eine Rahmenstruktur einer Fahrzeugkarosserie aus Knotenelementen und angeschlossenen, vorprofilierten Trägerelementen. Erfindungsgemäß ist wenigstens ein Knotenelement (24, 25, 26) ein geschlossen verformtes Bauteil aus Stahlblech und als Hydroforming-Knotenelement durch Aufbringen eines Innendruckes verformt. An einem solchen Hydroforming-Knotenelement (24, 25, 26) ist wenigstens ein Anschlußstutzen (31) direkt angeformt für eine Kombination mit wenigstens einem vorprofilierten Trägerelement (27, 28). Damit werden komplizierte Geometrien von Knotenelementen ausführbar und enge Toleranzen durch hochpräzise Anschlußbereiche weitgehend ohne spanende Bearbeitung möglich.



DE 196 53 509 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Rahmenstruktur einer Fahrzeugkarosserie aus Knotenelementen und angeschlossenen, vorprofilierten Trägerelementen nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Bei einer bekannten Rahmenstruktur einer Fahrzeugkarosserie (EP 0 671 312 A1) sind als Knotenelemente Leichtmetallgußteile und als angeschlossene vorprofilierte Trägerelemente Leichtmetall-Strangpreßprofile verwendet. Die Verbindung der Elemente erfolgt hier unter anderem über Steckverbindungen, bei denen auf angeformte Anschlußstutzen an den Gußknotenenelementen Hohlprofile der Trägerelementen aufgesteckt und durch Kleben oder Schweißen fixiert sind. Eine solche Rahmenstruktur ist wegen der Verwendung von Aluminiumlegierungen unter der Bezeichnung Aluminium Space Frame bekannt.

Diese Rahmenstruktur ist bei guter Steifigkeit mit einem günstigen, geringen Gewicht realisierbar. Die Konstruktionsmerkmale sind jedoch nicht auf eine entsprechende Rahmenstruktur aus Stahl übertragbar, da bei diesem Werkstoff Gußknotenenelemente sehr schwer wären und damit die Fahrzeugkarosserie insgesamt zu schwer wäre und Nachteile gegenüber einem üblichen selbsttragenden Aufbau aus Stahlblechen gegeben wären.

Bei einer ähnlichen bekannten Rahmenstruktur einer Fahrzeugkarosserie (DE 44 07 501 A1) sind ebenfalls Knotenelemente und angeschlossene, vorprofilierte Trägerelemente aus Leichtmetall verwendet. Hier sind die Knotenelemente nicht gegossen, sondern aus stranggepreßten Leichtmetallprofilen zugeschnitten. Somit läßt sich auch der Aufbau dieser Rahmenstruktur nicht ohne Nachteile auf eine Ausführung in Stahl übertragen.

Bei einer weiter bekannten Fahrzeugkarosserie (EP 0 622 289 A1) werden längsverlaufende Trägereile und Flächenteile, die alle Strangpreßprofile aus Leichtmetall sind, miteinander über Fügekanten verbunden. Es ist hieraus bekannt, an Gitterstrukturen und Flächenbauteilen Aufnahmesicken für Beplankungen vorzusehen.

Es ist weiter bekannt, bei einer Rahmenstruktur (DE 40 13 784 A1) einer Fahrzeugkarosserie zwei Gußknotenenelemente aus Leichtmetall im Verbindungsbereich vorderer Längsträger-Schweller für eine kostengünstige Montage und ausreichende Steifigkeit in diesem Bereich unmittelbar zu verbinden.

Ein weiter bekanntes Space Frame Tragwerk für eine Fahrzeugkarosserie (DE 44 23 642 C1) besteht aus vorgefertigten Rahmenprofilteilen und diese formsteif miteinander verbindenden Knotenstellen aus Faserverbundwerkstoff. Die Knotenstellen sind dabei aus mechanisiert vorgefertigten Faser-Vorformlingen mit einer dreidimensional durchlaufenden Faserstruktur und Aufnahmetaschen für die zugehörigen Rahmenprofilteile hergestellt. Die Rahmenprofilteile werden in Aufnahmetaschen eingesetzt und die Faser-Vorformlinge in Formwerkzeugen zu einer festen Faserverbund-Knotenstruktur durch einen äußeren Druck verdichtet. Diese Maßnahmen sind bei der Verwendung eines Stahlwerkstoffs zum Aufbau der Rahmenstruktur nicht verwendbar.

Bei einer bekannten Rahmenkonstruktion als Space Frame aus Stahlblechen (DE-OS 30 08 840) sind rohrförmige Trägereile aus langen Halbschalen hergestellt, die an Längsflanschen zusammengeschweißt sind. Auch die Knotenelemente bestehen aus mehrteiligen Schalelementen, die ebenfalls an Flanschen bei der Montage zusammengeschweißt und zudem mit den Längsträgereilen verbunden werden. Damit sind hier viele Schweißvorgänge erforderlich, die einen hohen Aufwand darstellen. Zudem ergeben

sich durch die vielen, langgestreckten Schweißungen Probleme bei der Maßhaltigkeit durch ein thermisches Verziehen. Für eine Großserienproduktion dürfte damit ein solches Tragwerk in der Art eines Steel Space Frames nur bedingt geeignet sein.

Bei einer weiteren bekannten Space Frame Anordnung einer Fahrzeugkarosserie (EP 0 597 242 A1) wird zur Reduzierung der Anzahl von Gußknotenenelementen vorgeschlagen, die A-Säule mit dem Dachlängsträger als werkstoffeffizientes Profilteil zu biegen und dieses durchgehende Profilteil über Fügestöße mit daran anschließenden weiteren Profilteilen zu verbinden. Dieses Profilteil hat hier mehrere Funktionen, wie die Aufnahme der Windschutzscheibe, die Aufnahme des Rückfensters, die Aufnahme verschiedener Dachelemente und die Aufnahme verschiedener Türelemente zwischen der A-, B- und C-Säule. Hierzu werden im Profilteil unterschiedliche Flansche ausgebildet, die Anschlüsse für die erwähnten Teile bilden. Ferner werden Fugen und Nutkanäle zur Aufnahme der Türdichtungen und Türanschlüsse vorgesehen. Zudem sind wasserführende Rinnen im Profilteil angeordnet. Gleichzeitig bilden Teilflächen des Profilteils auch sichtbare Karosserieflächen, so daß als Designelement verwendet werden kann.

Es ist allgemein bekannt, geschlossene Stahlprofilteile, insbesondere Rohrabchnitte in einem Innenhochdruckverfahren zu verformen. Dazu wird das zu verformende Halbzeug in ein Werkzeug eingelegt und mit seinen Wänden durch Aufbringen eines hohen Innendruckes gegen die umgebende Werkzeugform gepreßt und umgeformt. Im sogenannten Hydroforming wird der hohe Innendruck hydraulisch aufgebracht.

Ein mit diesem Umformverfahren teilweise hergestellter Überrollbügel für ein Kraftfahrzeug ist bekannt (EP 0 676 316 A1). Rahmenteile dieses Überrollbügels sind durch Hydroforming mit unterschiedlichen Querschnitten und Materialstärken an die unterschiedlichen Belastungen angepaßt. Die Längsteile sind hier abschnittsweise ineinandergesteckt und zusätzlich durch Kleben, Schweißen, Lötten oder dergleichen miteinander verbunden. Mit solchen durch Hydroforming geformten länglichen Rahmenteilen und den verwendeten gegenseitigen Steckverbindungen ist der Aufbau einer räumlichen Rahmenstruktur für ein Kraftfahrzeug als Steel Space Frame wegen der Vielzahl der erforderlichen Verzweigungen nicht möglich.

Aufgabe der Erfindung ist es, eine Rahmenstruktur einer Fahrzeugkarosserie aus Knotenelementen und angeschlossenen vorprofilierten Trägerelementen so weiterzubilden, daß eine kosten- und gewichtsgünstige Herstellung insbesondere unter Verwendung von Knotenelementen aus Stahl bei maßgenauen Verbindungen möglich wird.

Diese Aufgabe wird mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Gemäß Anspruch 1 ist wenigstens ein Knotenelement ein geschlossen verformtes Bauteil aus Stahlblech und als Hydroforming-Knotenelement durch Aufbringen eines Innenhochdrucks verformt. Am Hydroforming-Knotenelement ist wenigstens ein Anschlußstutzen direkt angeformt für eine Kombination mit wenigstens einem vorprofilierten Trägerelement.

An Stelle eines Gußknotenenelements aus Leichtmetall wird damit ein ebenfalls gewichtsgünstiges und kostengünstig herstellbares Knotenelement aus Stahlmaterial vorgeschlagen für den Aufbau eines Space Frame Tragwerks einer Fahrzeugkarosserie. Durch die Innenhochdrucktechnik bei der Herstellung der Anschlußstutzen an den Knotenelementen und entsprechende Profilformen der Trägerelemente können weitgehend ohne spanende Bearbeitung hochpräzise Nahtanschlußbereiche für Schweißungen oder Verklebungen bereitgestellt werden. Durch Hydroforming sind kom-

plizierte Geometrien bei den Knotenelementen und Anschlußstutzen möglich. Damit können die Hydroforming-Knoten zusätzlich zur Verbindungsfunktion weitere Funktionsformen enthalten, wie beispielsweise Fügeflansche, Stülpbereiche oder Aufnahmesicken für Beplankungen.

Die Profilformen der Trägerelemente können insbesondere durch Strangpressen, Rollen, Kanten und ggf. nachträgliches Biegen hergestellt sein. Bei Schweißverbindungen zwischen Hydroforming-Knotenelementen und den Trägerelementen ist durch die maßgenauen Anschlußteile keine weitere Nahtvorbereitung erforderlich. Auch die Trägerelemente können Hydroforming-Teile sein. Die Trägerelemente sind dabei bevorzugt ebenfalls Stahlblechteile zum Aufbau einer Stahlrahmenstruktur als Steel Space Frame, können jedoch auch aus anderen Materialien hergestellt sein.

Bevorzugt bildet ein Anschlußstutzen an einem Knotenelement mit einem angeschlossenen Ende eines Trägerelements eine formschlüssige Steckverbindung, die durch ein Befestigungsmittel fixiert ist. Enge Toleranzen der Rahmenstruktur sind durch Veränderung der Einstecktiefen bei einem gleichmäßigen Kraftfluß in der Verbindung gut einzuhalten. Die Fixierung einer solchen Steckverbindung ist mit bekannten Maßnahmen, insbesondere durch Laser-Schweißen oder Verkleben möglich, wobei auf einfache Weise eine Nut zur Aufnahme einer Kleberraupe einformbar ist und diese bei einem Lackierprozeß aushärtet.

Eine flächig durchgehende Außenform mit verbessertem Kraftfluß im Bereich der Steckverbindung wird erreicht, wenn der Anschlußstutzen eine um die Wandstärke des Aufnahmebereichs am Trägerelement verringerte Außenform hat.

Eine Funktionsform eines Strukturbauteils, insbesondere eines Hydroforming-Knotenelements besteht in einer angeformten Drucknase. An einer solchen stufenförmigen Drucknase ist ein weiteres Strukturbauteil mit entsprechender Form angeschlossen und hinterlegt. Eine solche Drucknase weist in die Richtung einer erhöhten Belastung, wie sie beispielsweise bei einer Kollision auftreten kann. Die Kraftüberleitung zwischen dem Hydroforming-Strukturbauteil und dem weiteren Bauteil, insbesondere einem Bodenbauteil und die Krafteinleitung in die gesamte Rahmenstruktur ist damit verbessert, wobei durch die Stufenhöhe eine hohe Abstützung erfolgt. Durch den Hydroforming-Prozeß ist es einfach möglich, zur weiteren Erhöhung der Steifigkeit im Bereich der Drucknase die Materialstärke gegenüber den angrenzenden Bereichen zu vergrößern.

Eine besonders vorteilhafte Ausführung eines Trägerelements mit unterschiedlichen Belastungsbereichen wird dadurch erreicht, daß dieses als Hydroforming-Teil aus einem rohrförmig geschlossenen Bauteil als Halbzeug hergestellt ist, wobei am Halbzeug Wandteile unterschiedlicher Wandstärke und/oder Materialqualität vor der Umformung geschlossen aneinander geschweißt sind. Nach der Umformung kann damit ein Trägerelement komplizierter Geometrie vorgefertigt werden, bei dem entsprechend den Belastungen Bereiche mit unterschiedlichen Wandstärken und Materialqualitäten ohne Zwischenschaltung von Knotenelementen oder Anschlußteilen aneinanderliegen. Dies führt zu einer hohen Bauteilintegration bei kostengünstiger Herstellung. Das Hydroforming-Trägerelement ist sehr maßgenau und durch den Wegfall von Zwischenverbindungen zwischen den einzelnen unterschiedlichen Bereichen ist eine Rahmenstruktur mit engen Toleranzen herstellbar. Dies ist wichtig für einen problemlosen und paßgenauen Einbau von Ausstattungsteilen, wie Armaturentafeln, etc. Eine solche Trägerelementausführung ist besonders vorteilhaft bei einem Längsschweller verwendbar mit unterschiedlichen Wandstärken am vorderen und hinteren Schwellende, im

Bereich der A-Säule und der hinteren Achsaufnahme sowie im mittleren Längsbereich.

Bei Verwendung gleicher Hydroforming-Knotenelemente und unterschiedlich langer Trägerelemente kann die Größe und Art der Rahmenstruktur einfach variiert werden, beispielsweise zur Herstellung von zwei- oder viertürigen Ausführungen, Caravanversionen, Komfortlängenausführungen, etc. Die Hydroforming-Knotenelemente bilden dabei Modulkomponenten als wenige gleiche Grundbauteile mit denen unterschiedliche Fahrzeugkonzepte und Fahrzeuglängen einfach aufgebaut werden können. Besonders eignet sich eine solche Anordnung zur Herstellung der Längsstruktur bei einem Schweller mit drei Hydroforming-Knotenelementen als Anschlußelemente für die A-Säule, für die B-Säule und als Radabschluß hinten, zwischen denen unterschiedlich lange Trägerelemente einsetzbar sind. Diese Trägerelemente können dabei als Rollprofile oder Strangprofile ausgeführt sein.

Mit der Hydroforming-Technik ist es möglich, die Außenhaut der Fahrgastzelle oder zumindest Teile davon in einem Arbeitsgang aus einem Halbzeug herzustellen. Es kann dazu ein Rohr als Halbzeug verwendet werden, das mit Innendruck beaufschlagt wird, wodurch in einem Werkzeug die Kontur der Fahrzeugaußenfläche entsteht. Anschließend können erforderliche Ausschnitte für Türen und Fenster insbesondere mit einer gesteuerten Laser-Schneideinheit ausgeschnitten werden. Dadurch ist auf sehr einfache und schnelle Weise eine Fahrgastzelle herstellbar. Zur Stabilisierung ist es zweckmäßig, eine aushärtbare Schaumschicht von innen her aufzuspritzen. Eine Verteilung kann dabei mittels Lanzen erfolgen. Durch eine Rotation der hergestellten Fahrgastzelle wird der Schaum durch Zentrifugalkraft auf das Trägermaterial gepreßt. Weitere Einbauten, wie die Instrumententafel, Sitze, Rahmenverkleidungen, etc. werden aktiv zur Aussteifung der Struktur mit herangezogen.

In einer bevorzugten Weiterbildung der Anschlußtechnik wird die Hydroforming-Technik nicht nur zur Herstellung der Bauteilgeometrie, sondern zugleich zur Herstellung einer Verbindung zwischen Rahmenstrukturteilen genutzt. Dazu wird ein bereits gefertigtes Anschlußteil, insbesondere ein Trägerelement, zusammen mit dem zu verformenden Halbzeug eines weiteren Bauteils, insbesondere eines Knotenelements, in ein Werkzeug eingelegt und mit Innendruck beaufschlagt. Das Material eines Anschlußstutzens wird gegen das im Werkzeugteil fixierte Anschlußteil kraftschlüssig angepreßt. Vorteilhaft wird die Formung des Anschlußstutzens und die Verbindung in einem Vorgang im selben Werkzeug durchgeführt, wobei das Material des sich bildenden Anschlußstutzens gegen das Anschlußteil fließt.

Dadurch ergibt sich ein homogener Kraftfluß zwischen den verbundenen Bauteilen bei einer maßgenauen Verbindung. Es ist kein zusätzlicher Arbeitsgang für den Fügeprozeß erforderlich. Eine Wärmebeeinflussung der Bauteile, wie sie durch Schweißen erfolgt, besteht hier nicht, so daß bei einer solchen Kaltverformung auch ein vorhandener Korrosionsschutz erhalten bleibt. Wenn im Werkzeugteil im Verbindungsbereich Ausbauchungen enthalten sind, wird auch das Anschlußteil mit verformt, so daß sich zusätzlich zur kraftschlüssigen Verbindung eine hochbelastbare Formschlußverbindung ergibt.

Anhand einer Zeichnung werden Ausführungsbeispiele der Erfindung näher erläutert.

Es zeigen:

Fig. 1 einen Teil einer Rahmenstruktur einer Fahrzeugkarosserie als Steel Space Frame mit Hydroforming-Knotenelementen und vorprofilierten Trägerelementen,

Fig. 2 ein Hydroforming-Knotenelement,

Fig. 3 einen Querschnitt durch eine Steckverbindung zwischen einem Anschlußstutzen und einem Trägerelementende,

Fig. 4 ein Bodenbauteil und ein Hydroforming-Strukturbauteil mit einer Drucknase,

Fig. 5 eine vergrößerte Darstellung des Bereichs A aus Fig. 4,

Fig. 6 eine Seitenansicht eines Hydroforming-Schwellers,

Fig. 7 eine Draufsicht auf das Halbzeug zu Fig. 6,

Fig. 8 eine Seitenansicht auf eine alternative Schwellerausführung mit mehreren Hydroforming-Knotenelementen,

Fig. 9 eine vergrößerte Darstellung eines Längsschnitts im Bereich B aus Fig. 8,

Fig. 10 ein rohrförmiges Halbzeug,

Fig. 11 eine durch Hydroforming aus dem Halbzeug nach Fig. 10 hergestellte Fahrgastzelle,

Fig. 12 eine Heckansicht der Fahrgastzelle nach Fig. 11 mit einer schematischen Darstellung einer Schaumschichtaufbringung,

Fig. 13 einen Schnitt durch ein Hydroforming-Werkzeug mit eingelegtem Halbzeug,

Fig. 14 die Anordnung nach Fig. 13 mit zusätzlich aufgebrauchten Stempeln und Innendruckbeaufschlagung,

Fig. 15 eine entsprechende Anordnung mit zusätzlich eingelegtem Anschlußteil zur Herstellung einer Verbindung durch Hydroforming,

Fig. 16 eine vergrößerte Darstellung des Bereichs C aus Fig. 15 mit einer kraftschlüssigen Verbindung, und

Fig. 17 eine alternative Ausführung entsprechend Fig. 16 mit einer zusätzlichen, formschlüssigen Verbindung.

In Fig. 1 ist ein hinterer Bereich einer Rahmenstruktur 1 einer Kraftfahrzeugkarosserie als Steel Space Frame mit Hydroforming-Knotenelementen 2, 3 und angeschlossenen, vorprofilierten Trägerelementen, wie einem Schwellerelement 4 und dem unteren Teil einer A-Säule 5 dargestellt.

In Fig. 2 ist das Hydroforming-Knotenelement 3 vergrößert dargestellt. Dabei ist aus einem Hohlprofil-Halbzeug durch Aufbringen eines Innendrucks die gezeigte geometrische Form mit Anschlußstutzen 6, 7 hergestellt, wie dies weiter unten mit weiteren Details erläutert wird. Die Anschlußstutzen 6, 7 sind hier Teile von Steckverbindungen, wobei die Trägerelemente in die Hohlform der Anschlußstutzen 6, 7 eingesetzt und durch Schweißen oder Verkleben fixiert sind.

In Fig. 3 ist eine alternative Ausführungsform einer Steckverbindung dargestellt mit einem Anschlußstutzen 8 eines Hydroforming-Elements 9, der paßgenau in eine Hohlform eines angeschlossenen Trägerelements 10 eingesteckt ist. Das Hydroforming-Element 9 ist geschlossen verformt und das Trägerelement 10 hat eine kontinuierlich durchlaufende Kontur. Der Anschlußstutzen 8 ist im Einsteckabschnitt 11 um die Materialstärke des Trägerelements 10 eingezogen, so daß insgesamt die Außenkontur an der Verbindungsstelle glatt durchläuft. Durch mehr oder weniger tiefes Einstecken des Einsteckabschnitts 11 in das Trägerelement 10 können Toleranzen ausgeglichen werden. Die Verbindung ist durch eine umlaufende Schweißnaht 12 fixiert. Das vorprofilierte Trägerelement 10 ist ein kaltprofilisiertes Stahlblechelement, kann jedoch auch aus Aluminium oder ähnlichen Materialien bestehen.

In Fig. 4 ist schematisch eine Seitenansicht aus einem Bodenbereich einer Kraftfahrzeugkarosserie dargestellt mit einem Bodenbauteil 13 und einem Hydroforming-Element 14. In Fig. 5 ist der Bereich A vergrößert dargestellt. Daraus ist zu ersehen, daß bei der Hydroforming-Herstellung des Elements 14 eine Drucknase 15 angeformt wurde, die zudem gegenüber der angrenzenden Materialstärke verdickt ausge-

führt ist. Das Bodenbauteil 13 verläuft formgleich hinter der Drucknase 15. Eine Kraft (Pfeil 16) bei einer Kollision wird durch die hohe Abstufung im wesentlichen von der stabilen Drucknase 15 aufgenommen, wodurch das Bodenbauteil 13 weniger belastet ist.

In Fig. 6 ist als Trägerelement ein durch Hydroforming hergestellter Längsschweller 17 in einer Seitenansicht dargestellt mit einem mittleren Längsbereich 18, einem nach oben führenden A-Säulenbereich 19 und einem entsprechenden hinteren Bereich 20 zur Achsaufnahme sowie einem vorderen Längsträgerbereich 21 und einem hinterem Längsträgerbereich 22. Im Bereich 18 ist zudem ein Stumpf 23 zum Anschluß einer B-Säule angeformt.

Dieser Längsschweller 17 ist in einem einzigen Hydroforming-Arbeitsgang aus dem in Fig. 7 dargestellten Halbzeug hergestellt, wobei auch hier die entsprechenden Längsbereiche 18 bis 22 eingezeichnet sind. Der Bereich 18 besteht aus einem Rohr eines bestimmten, größeren Durchmessers, während die Bereiche 21 und 22 aus Rohrteilen mit einem kleineren Durchmesser bestehen. Die Bereiche 19 und 20 sind trichterförmige Teile, die die Rohrstücke mit den unterschiedlichen Durchmessern mit Hilfe von umlaufenden Schweißnähten verbinden. Die einzelnen Rohr- und Trichterbereiche haben unterschiedliche Wandstärken, die den unterschiedlichen Belastungen des fertiggeformten Längsschwellers nach Fig. 6 angepaßt sind.

In Fig. 8 ist ein alternativer Längsschweller Aufbau gezeigt mit drei Hydroforming-Knotenelementen 24, 25, 26, wobei das Element 24 einen A-Säulenstumpf, das Element 25 einen B-Säulenanschluß und das Element 26 einen hinteren Radabschluß der Längsstruktur darstellen. Zwischen die Elemente 24, 25 und 26 ist je ein vorderes Schwellerteil 27 und hinteres Schwellerteil 28 gesteckt. Durch Variation der Länge dieser Schwellerteile 27, 28 sind unterschiedliche Fahrzeuggrößen und Konzepte realisierbar. Der A-Säulenstumpf 24 bleibt dabei bis oberhalb der eingezeichneten Scharnierflächen 29 mit gleicher Scharnierlage zur vorderen Dichtung 30 gleich. Die Schwellerteile 27, 28 sind Rollprofile oder Strangprofile.

Aus dem vergrößerten Teilabschnitt der Fig. 9 ist zu ersehen, daß ähnlich wie in Fig. 3 die Anschlußstutzen 31 der Knotenelemente 24, 25, 26 formschlüssig in die Hohlform der Trägerelementenden ggf. mit einer Reduzierung um die Wandstärke der Anschlußteile eingesteckt sind. Damit liegen die angrenzenden Anlageflächen maßgenau fest, da durch das Innenhochdruckverfahren das Material des Halbzeugs maßgenau mit der Außenkontur gegen das umgebende Werkzeug gedrückt wird. Damit sind mit dem gleichen Werkzeug ohne mehr Aufwand auch Knotenelemente mit den gleichen Außenabmessungen und unterschiedlichen Wandstärken herstellbar. In Fig. 7 ist beispielsweise mit der strichlierten Linie 32 eine halbe Wandstärke angedeutet.

In Fig. 10 ist ein Rohrabschnitt 33 als Halbzeug für einen Hydroforming-Arbeitsgang dargestellt in der Länge 34 entsprechend etwa der Länge 35 einer herzustellenden Fahrgastzelle 36. Auch der Durchmesser des Rohrabschnitts 33 entspricht etwa dem Durchmesser der Fahrgastzelle 36. Als geeignete Abmessungen ergeben sich eine Länge von ca. 1800 mm, ein Durchmesser von ca. 1400 mm und eine Wandstärke von ca. 0,8 mm.

In einem Hydroforming-Prozeß wird durch Beaufschlagung mit einem Innendruck die Fahrzeugaußenfläche hergestellt und anschließend wird der Fahrzeuggrundkörper in den Bereichen der Fenster- und Türausschnitte mit einer umlaufenden Laserschneideinrichtung beschritten. Damit wird der Grundkörper 36 entsprechen Fig. 11 erhalten.

Zur Stabilisierung wird gemäß Fig. 12 auf den Grundkörper 36 von innen eine aushärtbare Schaumschicht 37 aufge-

spritzt, die mittels Lanzen verteilt wird. Der Grundkörper 36 wird um eine Achse 38 gedreht (Pfeil 39), so daß die Schaumschicht 37 durch die Zentrifugalkraft auf das Trägermaterial gedrückt wird.

Eine weitere Stabilisierung und Aussteifung erfolgt durch (nicht eingezeichnete) Einbauteile und Rahmenverkleidungen.

In Fig. 13 ist ein Schnitt durch ein Werkzeug 40 mit einem eingelegten Rohrstück 41 als Halbzeug und mit einem rechtwinklig abstehenden Schacht 42 zur Formung eines Anschlußstutzens am Halbzeug 41 dargestellt.

In Fig. 14 sind für einen stirnseitigen Abschluß am Halbzeug 41 Stempel 43, 44 eingedrückt (Pfeil 45). Durch diese Stempel 43, 44 führen Hydraulikkanäle 46 zum Innenbereich des Halbzeugs 41, durch die ein hoher Innendruck (Pfeil 47) aufgebracht wird. Zudem ist der Schacht 42 mit einem weiteren Stempel 48 dicht verschlossen.

Wie dargestellt breitet sich der hohe Innendruck im Halbzeug aus (Pfeile 49), wodurch während des Umformvorgangs Material des Halbzeugs 41 in den Bereich des Schachts 42 fließt und gegen die dortige Werkzeuginnenform zur Ausbildung eines Anschlußstutzens 51 gepreßt wird.

In Fig. 15 ist ein Strukturbauteil mit einem Anschlußstutzen 51 dargestellt, wobei hier der Anschlußstutzen 51 ähnlich wie in Fig. 3 nach innen zum Einstecken in ein Hohlprofilträgerelement 52 um dessen Materialstärke abgesetzt ist.

Die zusammengesteckten Teile sind hier in ein Werkzeug 53 zur Herstellung einer Verbindung durch Hydroforming eingelegt. Die Verbindung kann auch in einem Arbeitsgang bei der Formung des Anschlußstutzens in einem Werkzeug hergestellt werden. Beim Aufbringen eines Innendrucks im Bereich des Anschlußstutzens 51, der durch den Deckel 54 dicht abgeschlossen ist, wird das Material für einen kontinuierlichen Kraftschluß von innen her gegen den aufgesteckten Wandbereich des Hohlprofilträgerelements 52 gepreßt. Eine solche kraftschlüssige Verbindung ist durch Vergrößerung des Bereichs C in Fig. 16 dargestellt.

Wenn im Werkzeug 53 im Verbindungsbereich zudem eine umlaufende Nut vorgesehen ist, wird sowohl das Material des Anschlußstutzens 51 als auch des Hohlprofilträgerelements 52 beim Aufbringen des Innenhochdrucks in diese Nut gepreßt, wodurch der in Fig. 17 dargestellte Formschluß entsteht. Die Verformung des Halbzeugs und die Herstellung der Verbindung können durch die Druckhöhe und durch geregelt verfahrbare Stempel gezielt beeinflußt werden.

#### Patentansprüche

1. Rahmenstruktur einer Fahrzeugkarosserie aus Knotenelementen und angeschlossenen, vorprofilierten Trägerelementen, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens ein Knotenelement ein geschlossen verformtes Bauteil aus Stahlblech ist und als Hydroforming-Knotenelement (3; 9; 14; 24, 25, 26; 41) durch Aufbringen eines Innenhochdrucks verformt ist, am Hydroforming-Knotenelement wenigstens ein Anschlußstutzen (6; 7; 8; 31; 51) direkt angeformt ist, für eine Kombination mit wenigstens einem vorprofilierten Trägerelement (4; 10; 17; 27, 28; 52).
2. Rahmenstruktur nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Profilformen der Trägerelemente (4; 10; 17; 27, 28; 52) durch Hydroforming und/oder Strangpressen und/oder Rollen und/oder Kanten und/oder nachträgliches Biegen hergestellt sind.
3. Rahmenstruktur nach Anspruch 1 oder 2, dadurch

gekennzeichnet, daß die Hydroforming-Knotenelemente (3; 9; 14; 24, 25, 26; 41) zusätzlich zur Verbindungsfunktion zu den Trägerelementen weitere Funktionsformen enthalten.

4. Rahmenstruktur nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Anschlußstutzen als Fügefiansche oder Stülpbereiche ausgebildet sind.

5. Rahmenstruktur nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß ein Anschlußstutzen (8; 31; 51) mit einem angeschlossenen Ende eines Trägerelements (10; 27; 52) eine formschlüssige Steckverbindung bildet, wobei der Außenquerschnitt des Anschlußstutzens dem Innenquerschnitt des Trägerelementendes entspricht, und daß die Steckverbindung durch ein Befestigungsmittel (12) fixiert ist.

6. Rahmenstruktur nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Anschlußstutzen (8; 31; 51) eine um die Wandstärke des Aufnahmebereichs am Trägerelementende (10; 27; 52) verringerte Außenform hat, und daß der Anschlußstutzen so lange ist, daß Längstoleranzen im Steckbereich beim Zusammenbau der Rahmenstruktur durch unterschiedliche Einstecktiefen ausgleichbar sind.

7. Rahmenstruktur nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Befestigungsmittel eine im Bereich der Steckverbindung umlaufende, insbesondere durch Laser-Schweißung hergestellte Schweißnaht (12) und/oder Verklebung ist.

8. Rahmenstruktur nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß eine Nut zur Aufnahme einer Kleberaupe eingeformt ist, die im Lackierprozeß aushärtet.

9. Rahmenstruktur nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß ein Hydroforming-Strukturbauteil (14), insbesondere als Hydroforming-Knotenelement eine angeformte Drucknase (15) als Stufe aufweist, an der ein weiteres Strukturbauteil, insbesondere ein Bodenbauteil (13) formentsprechend angeschlossen ist.

10. Rahmenstruktur nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Drucknase (15) eine Materialverdickung aufweist.

11. Rahmenstruktur nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens ein Trägerelement (17) durch Hydroforming eines rohrförmig geschlossenen Bauteils als Halbzeug hergestellt ist, wobei am Halbzeug Wandteile unterschiedlicher Wandstärke und/oder Materialqualität geschlossen aneinander geschweißt sind, die beim fertig geformten Hydroforming-Trägerelement an zugeordneten Bereichen (18 bis 22) unterschiedlicher Belastung liegen.

12. Rahmenstruktur nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß in Längsrichtung des Halbzeugs Zylinderbereiche und/oder Kegelbereiche als Wandteile unterschiedlicher Wandstärke und/oder unterschiedlicher Materialqualität aneinandergeschweißt sind.

13. Rahmenstruktur nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß als Hydroforming-Trägerelement ein Längsschweller (17) geformt ist mit unterschiedlichen Wandstärken am vorderen und hinteren Schwellende (21, 22), im Bereich der A-Säule (19) und der hinteren Achsaufnahme (20) sowie im mittleren Längsbereich (18).

14. Rahmenstruktur nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß wahlweise gleiche Hydroforming-Knotenelemente (24, 25, 26) und unterschiedlich lange Trägerelemente (27, 28) zur Größenvariation der Rahmenstruktur verwendet sind.

15. Rahmenstruktur nach Anspruch 14, dadurch ge-

kennzeichnet, daß zur Herstellung eines Schwellers im Abstand drei Hydroforming-Knotenelemente (24, 25, 26) als Anschlußelemente für die A-Säule und B-Säule und als Radabschluß hinten angeordnet sind, zwischen denen zwei Schwellerteile (27, 28) zugeordneter Länge eingesetzt sind. 5

16. Rahmenstruktur einer Fahrzeugkarosserie, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest ein Teil der Außenhaut der Fahrgastzelle (36) aus einem Halbzeug (33) als Hydroforming-Bauteil hergestellt ist. 10

17. Rahmenstruktur nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß zur Herstellung des Hydroforming-Bauteils ein Rohr als Halbzeug (33) verwendet ist, das mit Innendruck beaufschlagt wird, wodurch die Kontur der Fahrzeugaußenfläche entsteht und anschließend die Ausschnitte für Türen und Fenster ausgeschnitten werden. 15

18. Rahmenstruktur nach Anspruch 16 oder 17, dadurch gekennzeichnet, daß am Hydroforming-Bauteil (36) von innen eine Schaumschicht bevorzugt mittels Zentrifugalkraft aufgebracht ist. 20

19. Rahmenstruktur nach einem der Ansprüche 1 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß der Hydroformingvorgang nicht nur zur Herstellung der Bauteilgeometrie, sondern zugleich zur Herstellung einer Verbindung zwischen Rahmenstrukturteilen benutzt wird, indem ein bereits gefertigtes Anschlußteil, insbesondere ein Trägerelement (52) zusammen mit dem zu verformenden Halbzeug (41) eines weiteren Bauteils, insbesondere eines Knotenelements in ein Werkzeug (40; 53) eingelegt und mit Innendruck beaufschlagt wird, wobei das Material eines sich bildenden Anschlußstutzens (51) in das Hohlprofil des Anschlußteils (51) fließt und durch den hohen Innendruck gegen das im Werkzeugteil (40; 53) fixierte Anschlußteil (52) gepreßt wird. 25 30 35

20. Rahmenstruktur nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß durch Ausbauchungen im Werkzeugteil im Verbindungsbereich eine formschlüssige Verbindung geschaffen wird, indem auch das Anschlußteil (52) mit verformt wird. 40

---

Hierzu 8 Seite(n) Zeichnungen

---

45

50

55

60

65

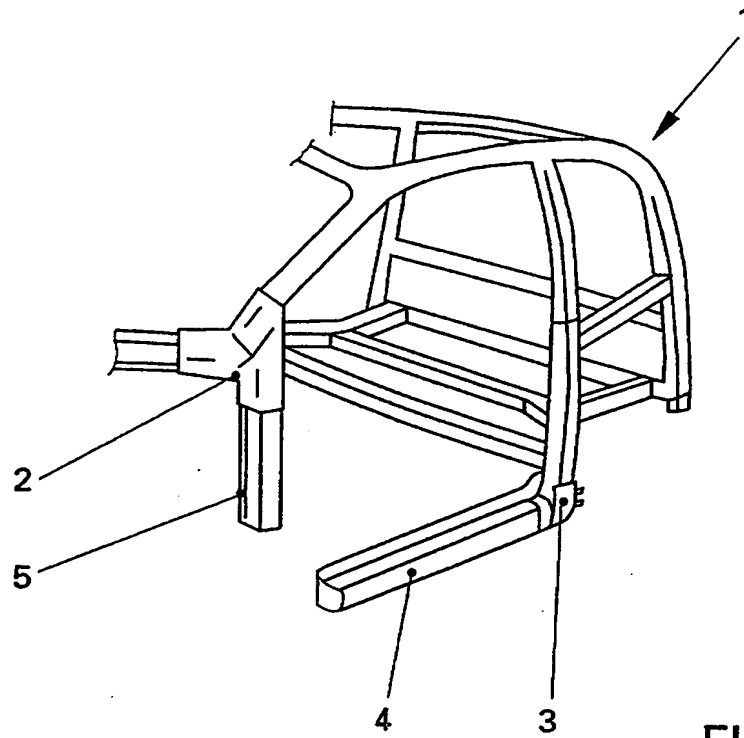


FIG 1

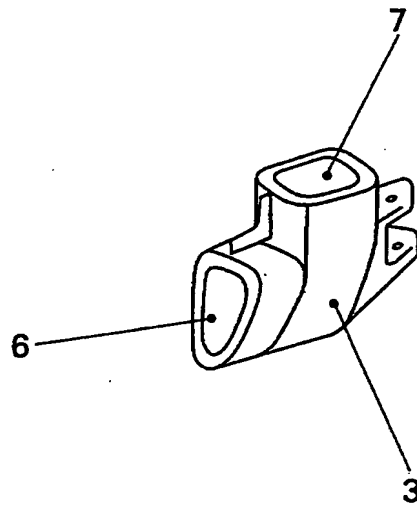


FIG 2

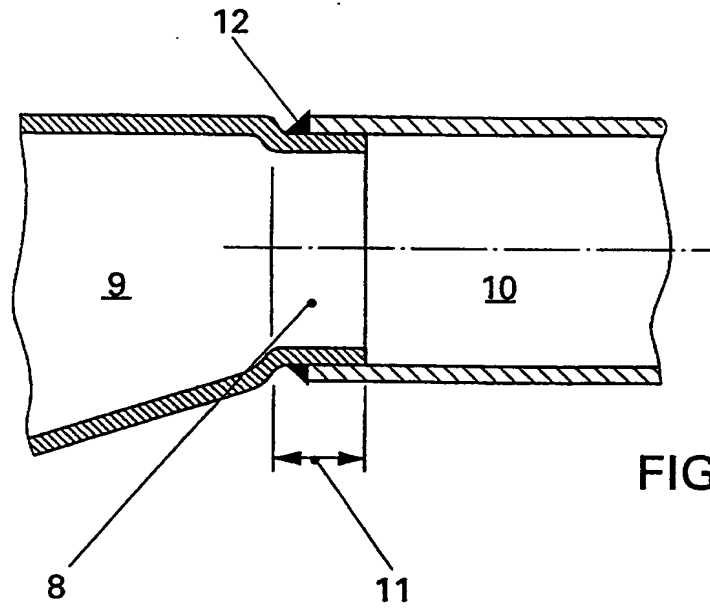


FIG 3

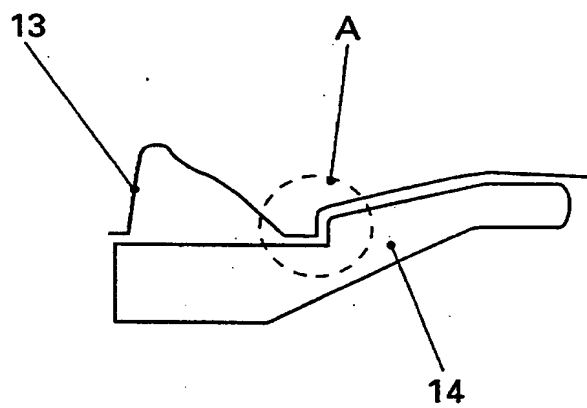


FIG 4

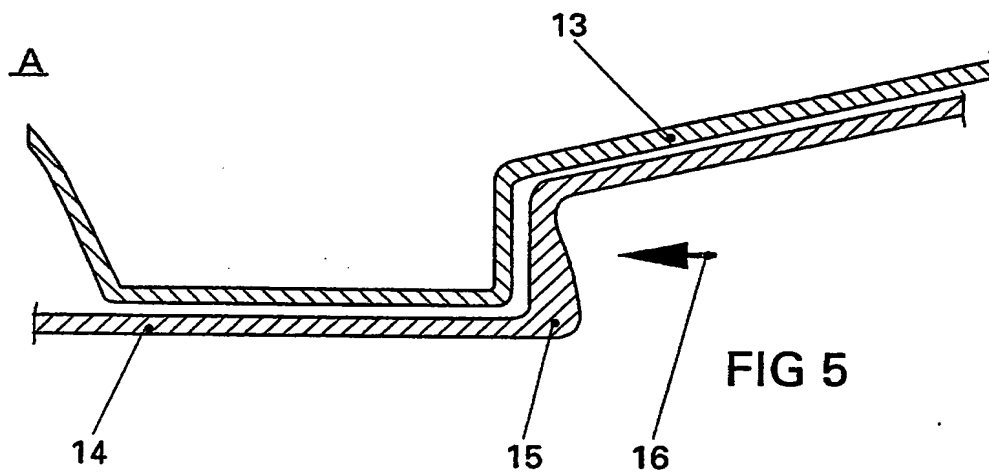
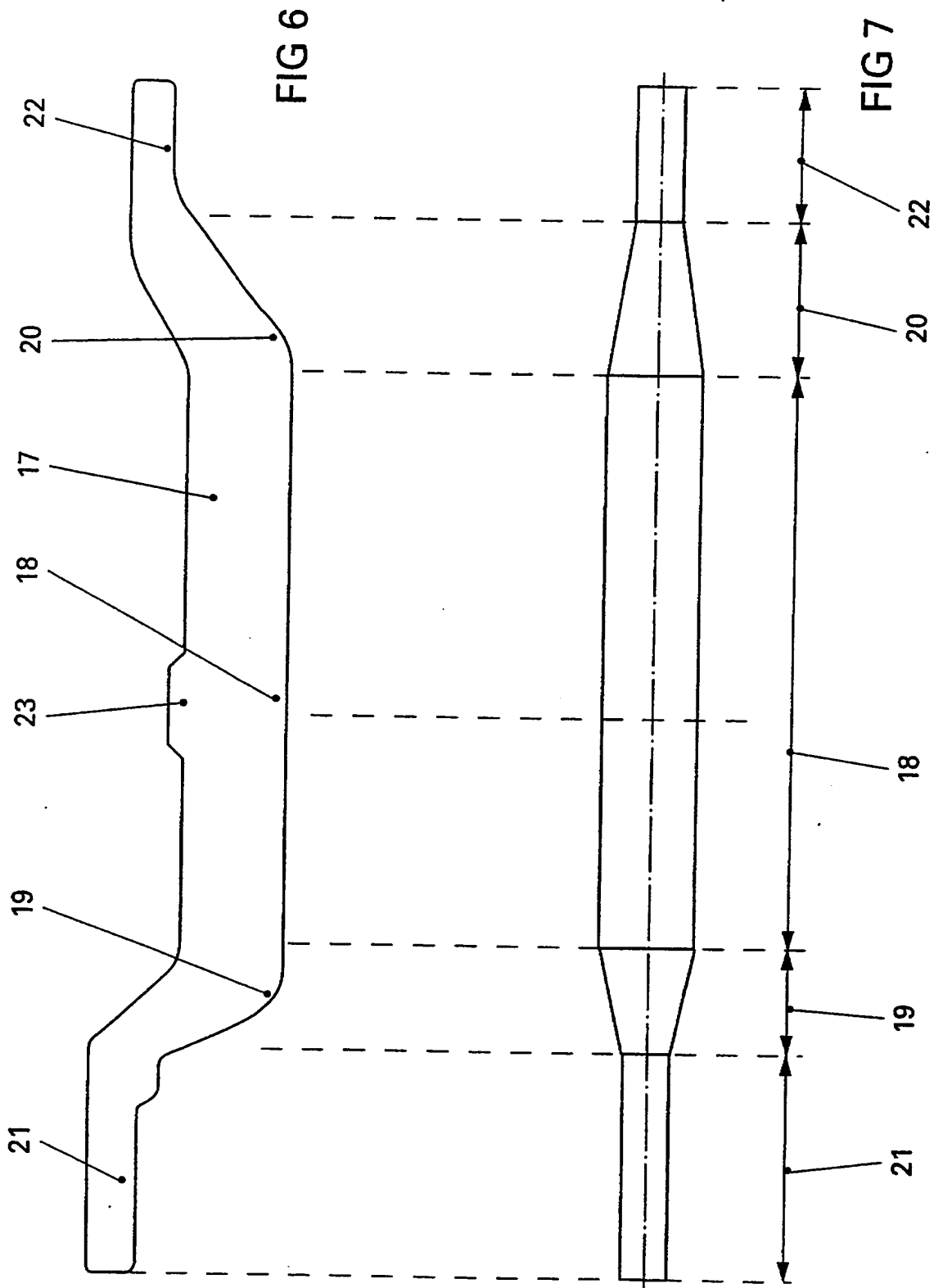


FIG 5





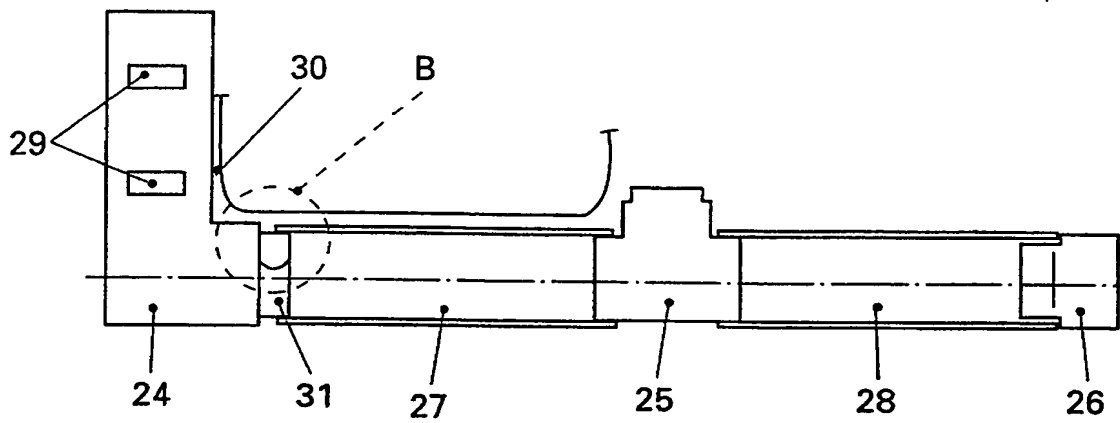


FIG 8

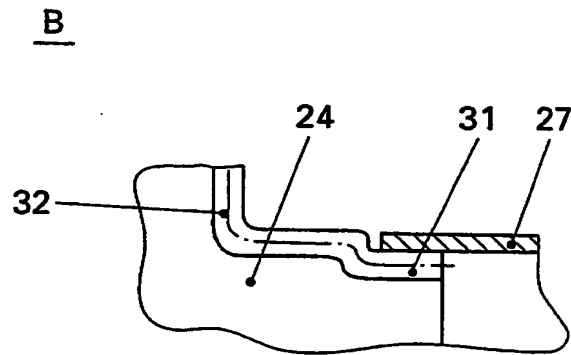
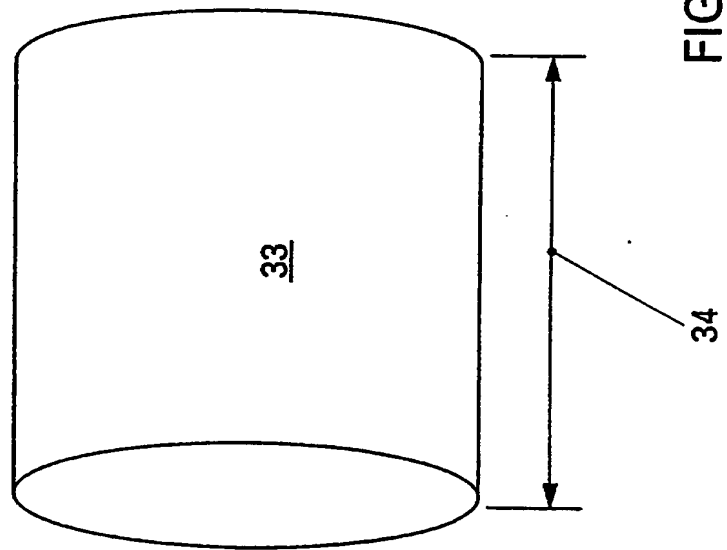
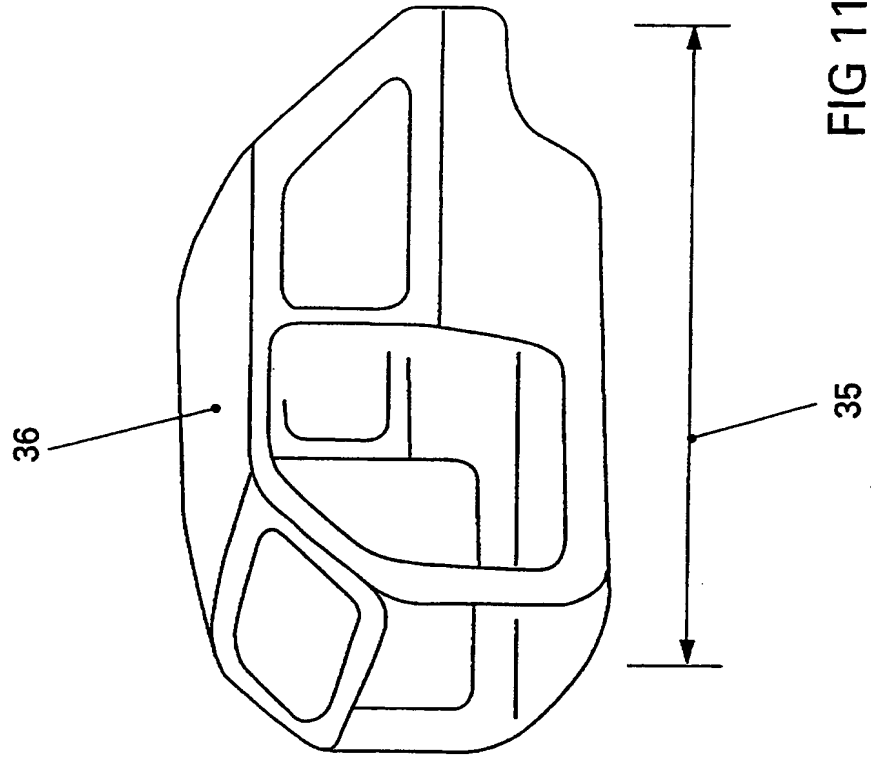
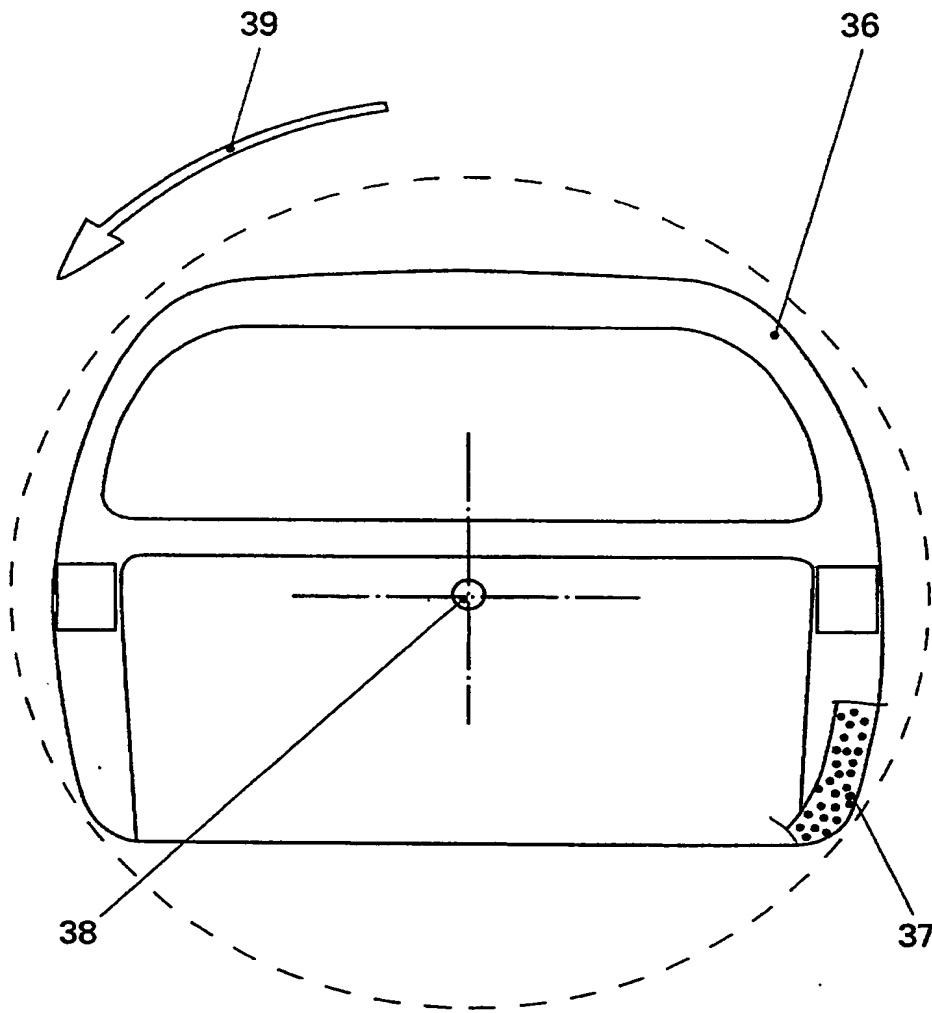


FIG 9





**FIG 12**

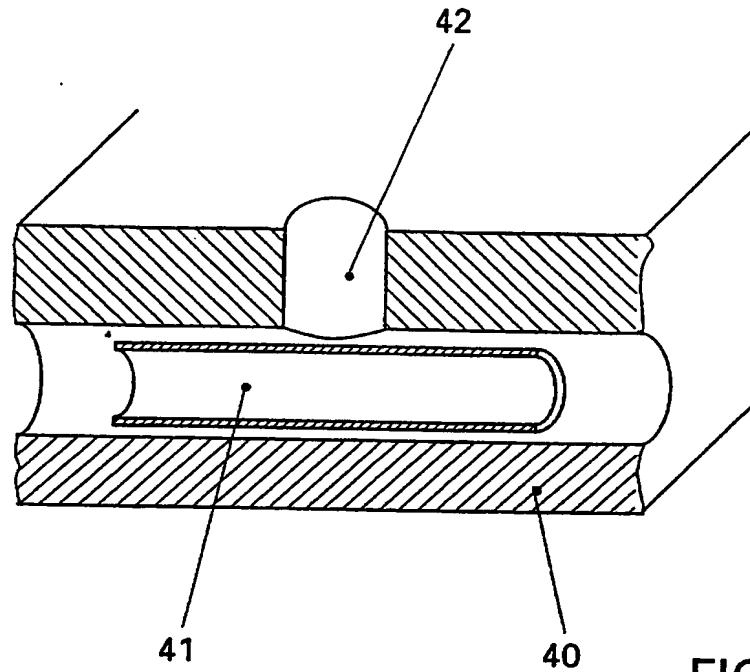


FIG 13

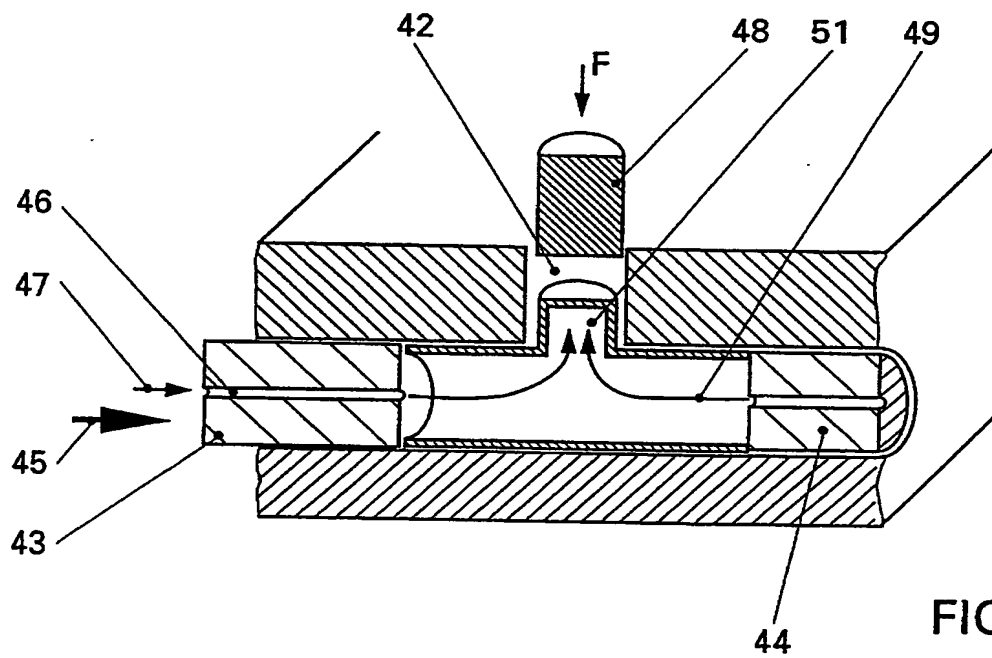


FIG 14

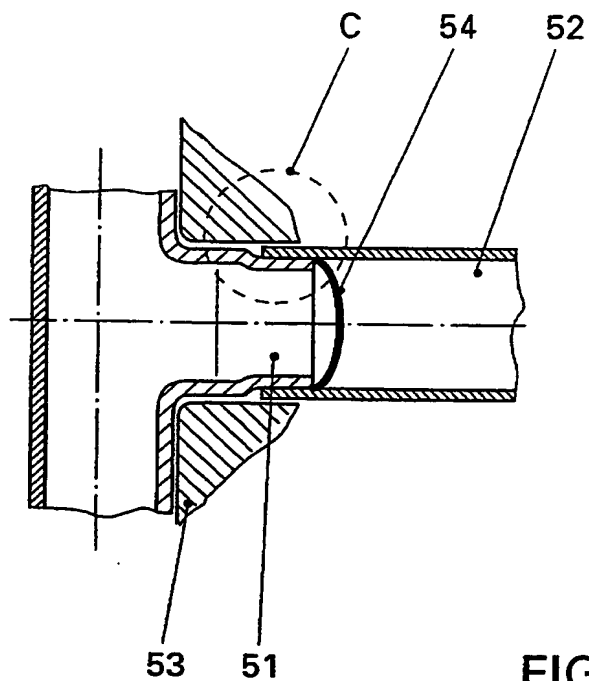


FIG 15

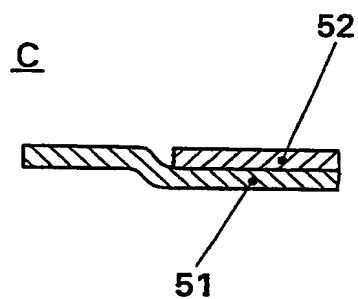


FIG 16

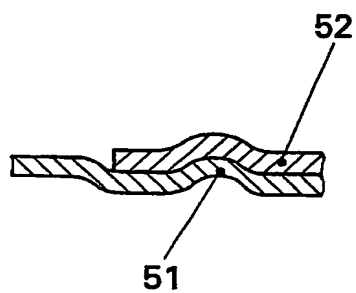


FIG 17